

Режимы работы низкочастотного корректора
коэффициента мощности

В.Г. Ягуп*, д.т.н., проф., М.А. Литвин*, инженер, Д. Луценко*, магистр

Е.В. Ягуп**, к.т.н., Е.Я. Ивакина**, инженер

**Харьковская национальная академия городского хозяйства*

***Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта*

Последнее десятилетие характеризуется интенсивным интегрированием электронной бытовой техники в системы электроснабжения сетей низкого напряжения. Эти потребители уже составляют значительную долю в общих показателях потребления электроэнергии. Несмотря на относительно небольшие мощности таких потребителей, они могут оказывать существенное влияние на условия работы сетей. По существу указанные группы потребителей относятся к существенно нелинейным нагрузкам, из-за чего могут сильно искажаться формы потребляемых из сети токов. В сетях, питающих существенно нелинейные нагрузки, наблюдается возрастание уровней высших гармоник токов, а также уменьшение $\cos \varphi$, что в целом снижает коэффициент мощности, являющийся интегральным показателем качества потребления электроэнергии [1-3].

В связи с этим большое внимание уделяется разработке специальных устройств для коррекции коэффициента мощности [4]. Эта схема отличается простотой реализации и управления, высокой надежностью, поэтому она вполне может рассматриваться как возможный вариант для питания электрических систем коммунального потребления постоянного тока. При отсутствии корректора выпрямитель, питающий резистивно-емкостную нагрузку, обуславливает импульсный характер потребления энергии от сети. Это связано с тем обстоятельством, что заряженная емкость фильтра играет роль противо э. д. с., из-за чего момент отпирания диодов выпрямителя задерживается, пока напряжение сети не превысит напряжение на фильтре. С другой стороны вследствие относительно быстрого дозаряда фильтрового конденсатора диоды заряжаются намного раньше, чем синусоиды питающего входного напряжения уменьшаются до нуля. Поэтому угол проводимости вентилей $\theta < 180^\circ$, что отличает режим работы выпрямителя на резистивно-емкостную нагрузку по

сравнению с работой на активную нагрузку [4]. Осциллограммы показывают, что потребляемый выпрямителем ток имеет форму треугольных импульсов имеющих большую амплитуду и сдвинутых влево относительно максимума питающей синусоиды. Это и обуславливает появление высших гармоник и уменьшение $\cos \varphi$.

При работе с корректором коэффициента мощности ключевой транзистор открывается с удвоенной частотой сети импульсами, поступающими в моменты пересечения синусоидой питающего напряжения оси времени. На время открытого состояния транзистора дроссель подключается параллельно сети, и ток в нем возрастает по нелинейному закону, поскольку входное напряжение синусоидально. Диоды выпрямителя оказываются запертыми напряжением на фильтровом конденсаторе, и выходная цепь фактически отсечена от сети. После запираания транзистора диоды ключа запираются, и накопленный ток индуктивности устремляется в диоды выпрямителя, отпирая соответствующую пару диодов по диагонали. Теперь энергия индуктивности отдается фильтровому конденсатору, подзаряжая его. Подзаряд конденсатора заканчивается в момент спадания тока индуктивности к нулю, вследствие чего диоды выпрямителя закрываются, и фильтровый конденсатор оказывается опять отсеченным от сети и отдает нагрузке свою энергию, разряжаясь по экспоненциальному закону.

Уравнения по методу переменных состояния для этапа накачки индуктивности имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dV_c}{dt} = -\frac{1}{R_n C_\Phi} V_c \\ \frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L_k} (U_c - r_k i_L) \end{cases} \quad (1)$$

Для этапа накачки конденсатора уравнения состояния приобретают вид

$$\begin{cases} \frac{dV_c}{dt} = -\frac{1}{C_\Phi} (i_L - \frac{1}{R_n} V_c) \\ \frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L_k} (U_c - r_k i_L - V_c), \end{cases} \quad (2)$$

Для решения задачи анализа процессов в схеме компенсатора коэффициента мощности была использована система имитационного моделирования тиристорных преобразователей СИМПАТ, основанная на применении сигнальных графов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маевский О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей. - М.: Энергия, 1978. - 320 с.
2. Мадьяр Л. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$). - М-Л.: Госэнергоиздат, 1961. - 376 с.
3. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320 с.
4. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. - М: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 448 с.
5. Ягуп В.Г. Автоматизированный расчет тиристорных схем. - Харьков: Выща школа, 1986. – 160 с.

